فلسفهٔ علم، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
دوفصل‌نامهٔ علمی (مقالهٔ علمی ـ پژوهشی)، سال دهم، شمارهٔ دوم، پاییز و زمستان ۱۳۹۹، ۷۹-۹۸

روش علمی نیوتن در قول و فعل

سعید زیباکلام*

چکیده

در این مقاله می‌خواهم سازگاری میان اقوال و اعمال روش‌شناختی نیوتن را موردکاوش قرار دهم. اهمیت موضوع بدین دلیل است که ما علم‌شناسان هنوز نمی‌توانیم ادعا کنیم که روش علمی بزرگ‌ترین دانشمند همهٔ اعصار را حتی حدوداً می‌شناسیم. این وضعیت ناگوار، باوجود این است که به روش علمی هیچ دانشمندی به‌اندازهٔ یک‌دهم توجه روش‌شناسان علم به روش علمی نیوتن توجه نمی‌شود. به‌دلایل روشن، هم نیوتن و هم اندیشه و به‌ویژه روش علمی‌اش یکی از کانون‌های بزرگ توجه ویژهٔ علم‌شناسان در قرن بیستم بوده است. می‌خواهیم به این سؤال پاسخ دهیم که آیا امکان دارد مهم‌ترین مانع شناختی اجماع دربارهٔ روش علمی نیوتن این باشد که میان قواعد روش‌شناختی اعلام‌شدهٔ او با قواعد اعمال‌شدهٔ وی سازگاری چندانی وجود ندارد، بلکه بیش‌تر، این دو در برخی مواضع تعارض دارند. بدین منظور، دو اثر ماندگار نیوتن در حوزهٔ فلسفهٔ طبیعی و برخی نامه‌های معروف وی را بررسی می‌کنیم.

کلیدواژه‌ها: نیوتن، روش علمی، قواعد روش‌شناختی، بازی علم، فرضیه‌سازی.

۱. مقدمه

در این مقاله می‌خواهم سازگاری میان اقوال و اعمال روش‌شناختی نیوتن را بررسی کنم. این‌که چرا تمرکز این مقاله بر سازگاری میان اقوال و اعمال روش‌شناختی نیوتن قرار گرفته

* دانشیار گروه فلسفه، دانشکدهٔ ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه تهران، zibakalam@ut.ac.ir
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۱۲، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۵/۱۱

Copyright © 2018, IHCS (Institute for Humanities and Cultural Studies). This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International, which permits others to download this work, share it with others and Adapt the material for any purpose

است بدین دلیل است که در کمال شگفتیْ ما روش‌شناسان و فیلسوفان و مورخان علم هنوز نمی‌توانیم به‌ضرس قاطع و به‌طور دقیق ادعا کنیم روش علمی بزرگ‌ترین دانشمند همهٔ اعصار را می‌شناسیم. این وضعیت ناگوار باوجود این است که به روش علمی هیچ دانشمندی به‌اندازهٔ یک‌دهم توجه روش‌شناسان و فیلسوفان و مورخان علم به روش علمی نیوتن و فضای تاریخی و فلسفی پژوهش‌های او توجه نمی‌شود. به‌دلایل روشن، هم نیوتن و هم اندیشه و به‌ویژه روش علمی‌اش یکی از کانون‌های بزرگ توجه ویژهٔ علم‌شناسان در قرن بیستم بوده است. به همین دلیل، می‌خواهیم در این مقاله به این سؤال پاسخ دهیم که آیا امکان دارد بخش مهمی از غوامض و موانع شناخت محصل و مُجمع علیه روش علمی نیوتن این باشد که میان قواعد روش‌شناختی اعلام‌شدهٔ نیوتن با قواعد اعمال‌شدهٔ وی در موارد عدیده‌ای هم‌خوانی و سازگاری چندانی وجود ندارد، بلکه حتی در برخی مواضع این دو تعارض دارند. بدین منظور، دو اثر ماندگار نیوتن در حوزهٔ فلسفهٔ طبیعی و برخی نامه‌های معروف وی را بررسی می‌کنیم.

۲. قول و فعل در نورشناسی

اگرچه در نامه‌های نیوتن خطاب به اولدنبرگ، دبیر انجمن سلطنتی، در سال ۱۶۷۲ و نیز در چاپ اول *اصول ریاضی* در سال ۱۶۸۷ اشارات محدود و ملفوف و نامنظم روش‌شناختی یافت می‌شود، اما از نخستین چاپ *نورشناسی* در سال ۱۷۰۴ به بعد است که نیوتن به‌طور منظم و با تأکید قابل‌توجه به اعلام مواضع روش‌شناختی می‌پردازد.

نخستین جملهٔ *نورشناسی* (۱۷۰۴) که هفده سال پس از *اصول ریاضی* (۱۶۸۷) انتشار یافت این است: «هدف من در این کتاب تبیین خواص نور به‌مدد فرضیه نیست، بلکه طرح و اثبات آن خواص به‌مدد استدلال و آزمایش است» (Newton 1704/ 1730: 1). اما آن‌چه این اعلام صریح قاعدهٔ روش‌شناختیِ راه‌بردی را چشم‌گیرتر می‌کند این است که بلافاصله و بدون افزودن هرگونه توضیحی دربارهٔ اهمیت و شأن آن و تشریح اجزای مهم و کلیدی آن، از قبیل تبیین به‌مدد فرضیه، اثبات به‌مدد استدلال، و اثبات به‌مدد آزمایش، نیوتن به ارائهٔ تعریف مفاهیم مهم حوزهٔ نور و سپس بخش اصول موضوعه و بخش قضایا مبادرت می‌کند. در این بخش‌های کاملاً نورشناختی، نیوتن مطلقاً نه به این پرچم راه‌بردیِ روش‌شناختی استشهاد می‌کند و نه متوسل می‌شود و نه حتی کم‌ترین ارجاعی می‌دهد. اما آن‌چه چشم‌گیرتر و به‌نظر من بسیار تأمل‌انگیزتر می‌شود این است که نیوتن در اواخر بخش

سوم دفتر دوم فرضیه‌ای مطرح می‌کند دال بر این‌که «هر پرتو نوری که تحت‌تأثیر ارتعاشی قرار گیرد میل دارد که متعاقباً به‌راحتی بازتابیده یا شکسته شود»، و سپس می‌افزاید «اما چه این فرضیه صادق باشد و چه کاذب، من در این‌جا بررسی نمی‌کنم. من به خود همین اکتشاف رضایت می‌دهم که پرتوهای نور به‌واسطهٔ علتی از علل متناوباً تمایل دارند که برای تغییرات بسیاری بازتابیده یا شکسته شوند» (ibid.: 280-281).

گذشته از ناسازگاری قول و فعل در *نورشناسی* باید نمونهٔ دیگری از این ناسازگاری‌ها را خاطرنشان کرد. چنان‌که از سردر کتاب *نورشناسی* برمی‌آید، نیوتن قصد ندارد خواص نور را با فرضیه تبیین کند، بلکه می‌خواهد آن‌ها را با استدلال و آزمایش اثبات کند. اما وی در *سخن‌رانی‌های نوری* (*Lectiones Opticae*) خود که متعلق به سال‌های ۱۶۷۰ تا ۱۶۷۲ است همین دعاوی را بدون توسل به هیچ آزمایشی به‌شیوه‌ای ریاضی[1] طرح و اثبات کرده است. این نکته‌سنجی از آن روپرت هال (A. Rupert Hall) از علم‌شناسان تاریخی حوزهٔ انقلاب علمی است که متذکر می‌شود نیوتن «همین مطالب» *نورشناسی* را در *سخن‌رانی‌های نوری* که سی سال پیش‌تر تألیف شده بود به «شیوه‌ای سنتاً بسیار بسیار هندسی‌تر بیان کرده بود» (Hall 1983: 325).

همان‌طورکه می‌دانیم (بنگرید به زیباکلام ۱۳۸۶ ب)، *نورشناسی* سال ۱۷۰۶ چاپ لاتین همان *نورشناسی* منتشرشده در سال ۱۷۰۴ است، و تنها تفاوت مهم آن با متن انگلیسیِ ۱۷۰۴ افزایش هفت پرسش جدید به شانزده پرسش مربوط به حوزهٔ نورشناسی است. سه پرسش ۲۵، ۲۶، و ۲۷، همگی، دربارهٔ نور و خواص و انواع رفتار آن است و حاوی هیچ نکته یا اصل و قاعدهٔ صریح یا ضمنی روش‌شناختی نیست. نظر به اهمیت پرسش ۲۸، که یکی از دو پرسش بسیار طولانی و معروف نورشناسی است، لازم است کاوشی در آن کنیم. نیوتن در پرسش ۲۸ با این سؤال شروع می‌کند که «آیا همهٔ فرضیه‌هایی که در آن‌ها تصور می‌شود نور مشتمل است بر فشار یا حرکتی که در محیطی سیال انتشار می‌یابد خطا نیستند؟»، و پس از بحثی در این زمینه معطوف به محیطی می‌شود که نور در آن انتشار می‌یابد. در این‌جا، نیوتن چنین اظهارنظر می‌کند:

> علیه پرکردن آسمان با محیط‌های سیال، مگر این‌که آن‌ها فوق‌العاده رقیق باشند، اعتراض بزرگی از جهت حرکت منظم و بسیار پایدار سیارات و ستاره‌های دنباله‌دار در انواع مسیرها در آسمان مطرح می‌شود، زیرا بدین دلیل آشکار است که آسمان خالی از هرگونه مقاومت محسوس و درنتیجه خالی از هر مادهٔ محسوس است (Newton 1704/ 1730: 364-365).

سپس اضافه می‌کند:

> برای هموارکردن حرکت منظم و مستمر سیارات و ستاره‌های دنباله‌دار ضروری است آسمان را از هرگونه ماده‌ای شاید به‌جز مقداری بخارات و غبارات بسیار کم‌تراکم ناشی از جو زمین، سیارات، ستاره‌های دنباله‌دار، و از محیط فوق‌العاده کم‌تراکم اتری تخلیه کنیم. سیال چگال هیچ نقشی برای تبیین پدیدارهای طبیعت ندارد و حرکت سیارات و ستاره‌های دنباله‌دار بدون آن بهتر تبیین می‌شود. این گونه سیال فقط منجر به بی‌نظمی و کندی حرکت آن اجرام بزرگ می‌شود، و نظام طبیعت را کند می‌کند، و حرکات ارتعاشی اجزای اجرامِ متخلخل را فقط متوقف می‌کند، جایی که حرارت و فعالیت آن اجرام قراردارد. نظر به این‌که چنین سیالی هیچ کاربردی ندارد، و از عملیات طبیعت ممانعت می‌کند، و طبیعت را کند و شل می‌کند، بنابراین هیچ شاهدی برای وجود آن نیست؛ بنابراین باید طرد و وانهاده شود. اگر آن سیالِ چگال وانهاده شود، آن فرضیه که نور مرکب از فشار یا حرکتی است که در چنین محیطی انتشار می‌یابد به‌هم‌راه آن وانهاده می‌شود (ibid.: 368-369).

اگر بحث نیوتن را با دقت مرور کنیم به‌روشنی دیده می‌شود که وی ابداً در این‌جا به نتایج آزمایشی و شواهد مشاهدتی متوسل نمی‌شود. نیوتن در فراز فوق، خیلی ساده، مشغول استدلالی است به‌نفع فرضیه‌ای تبیینی، فرضیه‌ای که می‌گوید سیالِ چگالی در عرصهٔ آسمان‌ها وجود ندارد و آن عرصه درکل خالی است، و به‌مدد آن می‌خواهد حرکت اجرام سماوی، سیارات، و ستاره‌های دنباله‌دار را تبیین کند؛این استدلال نه آن فرضیه را اثبات می‌کند و نه تبیین مبتنی‌بر آن را، استدلالی نوعاً شبیه آن‌هایی که دکارتی‌اندیشانِ مخالف وی برای توجیه نظریات خود و ترغیب مخاطبان اقامه می‌کنند.

اما نیوتن نه‌تنها در این پرسش مدعی استشهاد به شواهد آزمایشی و مشاهدتی نمی‌شود و نه‌تنها به‌طور ضمنی وانمود هم نمی‌کند که مبنای استدلال‌هایش چنین شواهدی است، که با طیب خاطرِ کل مبنای تماماً مابعدالطبیعی طرد آن سیال چگال را صادقانه بیان می‌کند، بدون کم‌ترینِ دغدغه‌ای دربارهٔ نخستین قول روش‌شناختی خود که به‌منزلهٔ پرچمی بر سردر کتاب برافراشته است:

> ما برای طرد چنین محیطی مرجعیت آن قدیمی‌ترین و مشهورترین فیلسوفان یونان و فینیقیه را داریم که خلأ، اتم، و گرانش اتم‌ها را اصول اولیهٔ فلسفهٔ خود قرار دادند، آن‌هایی که به‌طور ضمنی گرانش را به علتی غیر از مادهٔ چگال نسبت دادند. فیلسوفان بعدی ملاحظهٔ چنین علتی را از فلسفهٔ طبیعی طرد کردند، و برای تبیین مکانیکی همهٔ

پدیدارها فرضیه‌هایی ابداع کردند، و علل دیگر را به مابعدالطبیعه ارجاع دادند؛ درحالی‌که وظیفهٔ اصلی فلسفهٔ طبیعی این است که بدون ابداع فرضیه، استدلال خود را از پدیدارها آغاز کند، و علل را از آثار استنتاج کند، تا به همان علت اول برسیم که مسلماً مکانیکی نیست؛ و نه‌فقط سازوکار جهان را آشکار کنیم که عمدتاً سؤالاتی از این قبیل را حل کنیم: چه چیزی در مکان‌هایی تقریباً خالی از ماده وجود دارد، و از کجاست که خورشید و سیارات جذب یک‌دیگر می‌شوند، بدون ماده‌ای چگال میان آن‌ها؟ از چه رو است که طبیعت هیچ کار بیهوده‌ای نمی‌کند؛ و این‌همه نظم و زیبایی که ما در عالم می‌بینیم از کجا نشئت گرفته است؟ (ibid.: 369).

ملاحظه می‌شود که درست در میانهٔ توسل به مواضع کاملاً مابعدالطبیعیِ فیلسوفان فینیقیه و یونان باستان و مبناقراردادن آن مجموعه از فرضیات آن‌ها برای فرضیهٔ خود که چنین محیط سیال چگالی در آسمان وجود ندارد به‌یک‌باره به تحدید روش‌شناختی فلسفهٔ طبیعی می‌پردازد. تحدیدی که در آن فرضیه‌ها هیچ جایی ندارند و بنابراین نباید ابداع هم بشوند. روش‌شناسی‌ای که (یا به‌زبان نیوتن، «وظیفهٔ اصلی فلسفهٔ طبیعی») هنوز کاملاً منعقد نشده، تعدادی فرضیهٔ دیگر بدان ضمیمه می‌شود: ۱. عللِ آثار به علت اولی می‌رسد؛ ۲. علت اول مکانیکی نیست؛ ۳. طبیعت هیچ کار بیهوده‌ای نمی‌کند؛ ۴. پدیدارهای عالم منظم است؛ ۵. پدیدارهای عالم زیباست؛ ۶. نظم و زیبایی پدیدارها از جایی نشئت گرفته است. روشن است که هدف از این تحلیل و به‌تصریح بیان‌کردن فرضیات توبرتو و ذومراتب نیوتن به‌پرسش‌کشیدن آن‌ها و حتی به‌پرسش‌کشیدن فرضیه‌سازی به‌طور کلی نیست. ابداً! مقصود این است که اولاً نیوتن استدلال‌های خود را در همین پرسش ۲۸، برخلاف همین پرچم روش‌شناختی جدید، از پدیدارها آغاز نمی‌کند؛ علل را هم از آثار استنتاج نمی‌کند؛ و بالأخره، برای استدلال‌های خود به‌طور منظم متوسل به فرضیه‌های ابداعی خود و دیگران می‌شود؛ ثانیاً، برخلاف پرچم روش‌شناختی سردر کتاب، «هدف من در این کتاب تبیین خواص نور توسط فرضیه نیست، بلکه طرح و اثبات آن خواص توسط استدلال و آزمایش است»، نیوتن درعمل هم فرضیه‌سازی می‌کند و هم فرضیات ابداعی خود را نه با استدلال اثبات می‌کند و نه با شواهد آزمایشی یا مشاهدتی.

پرسش ۳۰ حاوی چند فرضیه است و نیوتن در بحثی که متعاقباً مطرح می‌کند ابداً متعرض فرضیه‌بودن آن‌ها نمی‌شود: «آیا اجسامِ محسوس و نور قابل‌تبدیل به یک‌دیگر نیستند، و آیا اشیا مقدار زیادی از فعالیت خود را از ذرات نور دریافت نمی‌کنند که در ترکیب آن‌ها داخل می‌شوند؟» (ibid.: 374). سه فرضیه در این سخن وجود دارد: ۱. اجسام

محسوس و نور قابل‌تبدیل به یک‌دیگرند؛ ۲. اشیا مقدار زیادی از فعالیت خود را از ذرات نور دریافت می‌کنند؛ ۳. ذرات نور در ترکیب اشیا داخل می‌شوند. بدین مقدار اکتفا کنیم و سؤال کنیم که به‌راستی کدام‌یک از این خواص و ویژگی‌ها به‌مدد آزمایش طرح و اثبات شده‌اند؟ کدام‌یک از استدلال‌های متعاقب مبتنی‌بر آزمایش است؟

پرسش طولانی و سرشار از فرضیهٔ ۳۱ بدین‌صورت آغاز می‌شود:

> آیا ذرات کوچک اجسام حاوی برخی قوا، توانایی، یا نیروهایی نیستند که به‌واسطهٔ آن‌ها نه‌تنها بر پرتوهای نور (برای بازتاب، شکست، و گشت (inflection)) از فاصله کنش می‌کنند که برای ایجاد بخش بزرگی از پدیدارهای طبیعت بر یک‌دیگر نیز چنین می‌کنند؟ زیرا معروف است که اجسام به‌واسطهٔ جاذبهٔ گرانش، جاذبهٔ مغناطیس، و جاذبهٔ برق بر یک‌دیگر کنش می‌کنند. این موارد خصلت و جریان طبیعت را نشان می‌دهد، و این احتمال را به‌وجود می‌آورد که شاید قوای جاذبی بیش از این‌ها وجود داشته باشد، زیرا طبیعت نسبت به خود بسیار ملایم و انطباق‌پذیر است. من در این‌جا بررسی نمی‌کنم که این جاذبه‌ها چگونه عمل می‌کنند. آن‌چه من جاذبه می‌خوانم امکان دارد توسط تلنگر (impulse) یا وسایط دیگری که بر من ناشناخته است واقع شود. من این کلمه را در این‌جا فقط به‌منظور دلالت عام بر هر نیرویی به‌کار می‌برم که اجسام را نسبت به یک‌دیگر متمایل می‌کند، علت آن هرچه می‌خواهد باشد (ibid.: 375-376).

نیوتن برای فرضیه‌های مندرج در سؤال نه به شواهد آزمایشی که به آن‌چه «معروف» است متوسل می‌شود. «آن‌چه معروف است» نیوتن حاوی چندین فرضیهٔ متعدد دیگر است. برای توجیه و اثبات آن فرضیه‌ها به فرضیهٔ فوق‌العاده پهناور و مبهم دیگری متوسل می‌شود: «طبیعت نسبت به خود بسیار ملایم و انطباق‌پذیر است».

او سپس در آخر این پرسش بسیار طولانی به موضوع علت گرانش بازمی‌گردد و دربارهٔ اصول گرانش، تخمیر، و پیوستگی اجسام بحث را بدین ترتیب ادامه می‌دهد:

> من این اصول را نه به‌منزلهٔ کیفیات سحرآمیزی که از شکل خاص اشیا منتج می‌شوند، که به‌منزلهٔ قوانین عام طبیعت تلقی می‌کنم که به‌واسطهٔ آن‌ها خود اشیا تشکیل می‌شوند. اصولی که حقیقتشان توسط پدیدارها بر ما ظاهر می‌شوند، اگرچه علتشان هنوز کشف نشده است؛ زیرا آن‌ها کیفیاتی آشکارند و فقط علتشان سحرآمیز است ... از قبیل علل گرانش، جاذبه‌های مغناطیسی و برقی، و تخمیرها ... . این‌که به ما گفته شود که هریک از انواع اشیا دارای کیفیت خاص سحرآمیزی است که به‌واسطهٔ آن عمل می‌کند و آثار آشکاری ایجاد می‌کند هیچ‌چیزی به ما گفته نشده است. اما اخذ دو یا سه اصل عام

> حرکت از پدیدارها و این‌که به ما گفته شود که چگونه خواص و کنش‌های تمام اشیای جسمانی از آن اصول آشکار نتیجه می‌شوند گام بسیار بزرگی در فلسفه خواهد بود، اگرچه علل آن اصول هنوز کشف نشده باشد (ibid.: 401-402).

قدری در سخن نیوتن دقت کنیم. او می‌گوید: این‌که فیلسوفانی (به‌احتمال قوی همان دکارتی‌اندیشان) قائل شوند که هریک از انواع اشیا یا پدیدارها دارای کیفیت خاص سحرآمیزی است که به‌واسطه یا براثر آن عمل می‌کند و آثار آشکاری ایجاد می‌کند درواقع چیزی به ما نگفته‌اند. اما نیوتن کمابیش همین را می‌گوید، جز این‌که «آثار آشکار» را «اصول آشکار» می‌نامد و به‌علاوه، همین اصول را هم به‌منزلهٔ قوانین عام طبیعت تلقی می‌کند. دکارتی‌اندیشان، مطابق تقریر نیوتن، از «کیفیت خاص» آثار آشکار صحبت می‌کنند و آن کیفیات را سحرآمیز می‌دانند و نیوتن از «علت» آن اصول آشکار سخن می‌گوید و آن‌ها را، درست همانند دکارتی‌اندیشان، «سحرآمیز» می‌داند. مشکل می‌توانم تصور کنم کسی درمیان مخالفان نیوتن بدین امر پی نبرده و در همان زمان متذکر آن نشده باشد.

اما نکته‌ای که مستقیم‌تر به بحث حاضر ما ربط پیدا می‌کند: ضمن طرح و بررسی پرسش ۲۸ ملاحظه کردیم که نیوتن درخلال بحث دربارهٔ چیستی محیطی که آسمان را پر کرده است و سیارات و ستاره‌های دنباله‌دار در آن حرکت می‌کنند به‌یک‌باره به تحدید روش‌شناختی فلسفهٔ طبیعی مبادرت می‌ورزد و اظهار می‌کند: «وظیفهٔ اصلی فلسفهٔ طبیعی این است که بدون ابداع فرضیه، استدلال خود را از پدیدارها آغاز کند، و علل را از آثار استنتاج کند، ...». اینک از خود سؤال کنیم: چرا نیوتن، مطابق قاعدهٔ روش‌شناختی خود، علل را از آثار استنتاج نمی‌کند و قائل می‌شود «علل آن اصول هنوز کشف نشده» است؟ به‌نظر می‌رسد که پاسخ بدین سؤال در این امر نهفته است که نیوتن هم‌زمان هم قواعد جدیدی برای «بازی علم» وضع و ابداع می‌کند و هم قواعد رایج را مردود و بی‌اعتبار اعلام می‌کند. قواعد جدید قواعدی است که انتظار می‌رود با آرا و نظریه‌سازی‌های وی هم‌ساز باشد و بلکه آن‌ها را توجیه کند، اما این تلاش «همواره چندان جفت‌وجور و هماهنگ از آب درنمی‌آید». عدم هم‌خوانی میان قواعدی که وضع و اعلام شده‌اند با رأی مأخوذ نیوتن دربارهٔ علل اصولی هم‌چون گرانش، مغناطیس، برق، و غیره یکی از نمونه‌های آن عدم هماهنگی و ناجفت‌وجور ازآب‌درآمدن است.

نیوتن سپس در همان پرسش اضافه می‌کند:

> به‌مدد این اصول[۲] به‌نظر می‌رسد تمام اشیای مادی از ذرات محکم و جامد ذکرشده تشکیل شده است، ذراتی که در خلقت اولیه توسط تدبیر عاملی هوشمند به‌نحو

> متنوعی با هم مرتبط شده‌اند، زیرا او بود که آن‌ها را خلق کرد و به‌نظم درآورد. اگر وی چنین کرده است، غیرفلسفی خواهد بود که در جست‌وجوی منشأ دیگری برای جهان باشیم، یا وانمود کنیم که محتمل است جهان با همین قوانین طبیعت از هرج‌ومرجی نشئت گرفته باشد، اگرچه پس از تشکیل می‌تواند با آن قوانین برای اعصار زیادی تداوم یابد (ibid.: 402).

واضح است که نیوتن در این فراز نیز هم‌زمان هم فرضیه‌سازی می‌کند و هم استدلال‌های خود را به‌جای آزمایش بر فرضیه‌های نوآورانهٔ خود مبتنی می‌کند، و درادامه می‌افزاید:

> نظر به این‌که فضا به‌طور لایتناهی تجزیه‌پذیر است، و ماده ضرورتاً در همهٔ مکان‌ها وجود ندارد، می‌توان ممکن دانست که خداوند قادر است ذرات ماده را در اندازه‌ها و شکل‌های مختلف و در نسبت‌های مختلف با فضا و شاید با چگالی و نیروهای متفاوت بیافریند و بدین وسایط، قوانین طبیعت را تغییر دهد، و چندین نوع جهان را در بخش‌های مختلف کل عالم بسازد. دست‌کم، من هیچ تناقضی در هیچ‌یک از این مطالب نمی‌بینم (ibid.: 403-404).

ملاحظه می‌شود که این تأملات بسیار نوآورانه و بی‌نظیر نیوتن چه‌قدر دور از شواهد آزمایشی و مشاهدتی است. وی در این فراز و فراز پیشین نه‌فقط از اثبات و اثبات آزمایشی سخنی به‌میان نمی‌آورد، که نازل‌تر از آن، حتی از حمایت یا تأیید آزمایشی هم صحبتی نمی‌کند. نیوتن در تأملات استدلالی خود در این فرازها نه‌تنها از سازگاری این نتیجه‌گیری‌ها و استدلال‌ها سخنی نمی‌گوید، که ازاساس، تجربه و شواهد آزمایشی را کنار می‌گذارد، به‌طوری‌که وی درنهایت برای وجاهت و مقبولیت استنتاجات خود فقط به عدم وجود تناقض منطقی متوسل می‌شود و به این ویژگی حداقلیِ بسیار نحیف و بسیار کم‌دلالت رضایت می‌دهد.

نیوتن در دو فراز آخرین همین پرسش ۳۱ *نورشناسی* (۱۷۰۶)، مجدداً به وضع قواعد روش‌شناختی می‌پردازد، قواعدی که نه در طبع اول *اصول ریاضی* (۱۶۸۷) و نه در طبع اول *نورشناسی* (۱۷۰۴) کم‌ترین اثری از آن‌ها یافت نمی‌شود؛ اما اینک به‌واسطهٔ سیل انتقادات و اعتراضات لازم شمرده شده‌اند:

> هم‌چون در ریاضیات، در فلسفهٔ طبیعی نیز تحقیق دربارهٔ امور مشکل با روش تجزیه همواره باید پیش از روش ترکیب انجام پذیرد. این تجزیه عبارت است از انجام

> آزمایش‌ها و مشاهدات، و اخذ نتایج عام از آن‌ها به‌واسطهٔ استقرا، و عدم پـذیرش هـیچ اعتراضی علیه آن نتایج، مگر آن‌چه از آزمایش‌ها اخذ شده باشد، یا حقایق قطعی دیگـر؛ زیرا در فلسفه نباید فرضیه‌ها را آزمایشی به‌حساب آورد. اگرچه استدلال استقرایی نتـایج عام را از آزمایش‌ها و مشاهدات اثبات نمی‌کند، اما بهتـرین شـیوهٔ اسـتدلالی اسـت کـه ماهیت اشیا را امکان‌پذیر می‌کند (ibid.: 404).

نخستین نکته‌ای که در این وضع و اعلام قواعد روش‌شناختی چشم‌گیـر مـی‌نمایـد ایـن است که نیوتن روش پژوهش در فلسفهٔ طبیعی را همانند ریاضیات اعلام می‌کنـد. ایـن کـار، هم‌چون هـر کـار و قاعـدهٔ دیگـر روش‌شـناختی کـه فیلسـوفان طبیعـی در آن عصـر و یـا دانشمندان علوم طبیعی و همین‌طور فیلسوفان علم در عصر ما وضع و ارائه مـی‌کننـد، هـیچ مانع ذاتی، منطقی، مابعدالطبیعی، یا اجتماعی ندارد. روش‌شناسی نه به‌طور کلـی ذاتـی دارد و نه در علوم طبیعی یا در علوم اجتماعی گوهر مثالی افلاطونی دارد که از ایـن قـرارداد نیـوتن یا هر قاعدهٔ دیگری که وی یا دیگران وضع کنند منـع کنـد، نـه جامعـهٔ علمـی هـر عصـر و فرهنگـی چهـارچوبی متصـلب و نقـض‌ناپـذیر و فراتـاریخیِ ابـدی دارد کـه از ایـن قبیـل قاعده‌سازی‌ها و قراردادکردن‌ها ممانعت یا منافرت کند. بـااین‌وصـف، همانندخوانـدن شـیوهٔ پژوهش در فلسفهٔ طبیعی با ریاضیات از جانب نیوتن غریب به‌نظـر مـی‌آیـد. آیـا بـه‌راسـتی نیوتن در کاوش‌ها و نـوآوری‌هـای ریاضـی خـود بـدین رویـه عمـل کـرده اسـت: «انجـام آزمایش‌ها و مشاهدات»؛ «اخذ نتایج عام از آن‌ها به‌واسـطهٔ اسـتقرا»؛ و «عـدم پـذیرش هـیچ اعتراضی علیه آن نتایج، مگر آن‌چه از آزمایش‌ها اخـذ شـده باشـد»؟ بـه‌گمـان مـن، او ابـداً نمی‌خواهد بگوید که روش کاوش در ریاضیات بـه‌واقـع چنـین اسـت، امـا مـی‌خواهـد بـا همانندکردن روش پژوهش در عرصـهٔ فلسـفهٔ طبیعـی بـا روش پـژوهش در ریاضـیات درواقع برای آرا، نظریات، و فرضیاتی که وی بـه‌نحـو درخشـنده‌ای آن‌هـا را در فلسـفهٔ طبیعی خلاقانه یکی پس از دیگری طرح می‌کند مقبولیت و وجاهت و اتقانی فراهم کند همانند آن‌چه سنتاً به ریاضیات نسبت داده می‌شود. جای تأکید دارد که ایـن چـاپ دوم *نورشناسی* در ۱۷۰۶ نوزده سال پس از چـاپ نخسـت *اصـول ریاضـی* (۱۶۸۷) انتشـار می‌یابد و در این فاصله نخستین اثر منتشرشدهٔ نیوتن، یعنی *اصـول ریاضـی*، بـا هجمـهٔ اعتراضات، انتقادات، و حتی استهزائات از سوی بسیاری از فحـول فیلسـوفان طبیعـی و متفکران سراسر اروپا مواجه شـده بـود. ایـن تجربـهٔ نـاگوار هنگـامی مـؤثرتر و نافـذتر می‌شود که آن را کنار خصلت بارز مناقشـه‌گریـزی و آرامـش‌طلبـی فـوق‌العـادهٔ نیـوتن بنشانیم. برنارد کوهِن و جرج اسمیث (George Smith) خاطرنشان می‌کنند که تنهـا آثـار

نشریافتهٔ رسمی نیوتن قبل از *اصول ریاضی* عبارت است از سلسله‌نامه‌هایی درباب نظریهٔ نور و رنگ‌ها، شامل اختراع تلسکوپ بازتابنده که با عنوان *صورت مذاکرات فلسفی انجمن سلطنتی* (*Philosophical Transactions of the Royal Society*) از سال ۱۶۷۲ تا ۱۶۷۶ منتشر شد. نیوتن «چنان از مناقشاتی که این آثار ایجاد کرده بود ناراحت شده بود که اعلام کرد دیگر هیچ اکتشاف دیگری حاصلِ تحقیقاتش در فلسفهٔ طبیعی را منتشر نخواهد کرد (Cohen and Smith 2001: 11). پس از گذشت چند سال از آن تجربهٔ تلخ، نیوتن که اینک انتظار می‌رفت آن تجربه را فراموش کرده باشد یا از شدت آن بسیار کاسته شده باشد در نامه‌ای به دوست ارجمندش، دکتر ویلیام بریگز (William Briggs)، در سال ۱۶۸۲ از خصلتی پایدارتر پرده برمی‌دارد: «اگرچه از میان همهٔ مردان من خجالتی‌ترین آن‌ها شده‌ام در این‌که مطلبی را قلمی کنم که امکان دارد به مناقشات بینجامد» (Thayer 1953: 100).

شواهد و اظهارات بعدی نیوتن همگی دلالت دارد بر این‌که وی در تشخیص این خصلت خود نه اشتباه کرده است و نه مبالغه. نه سال پس از این‌که او با انتشار *اصول ریاضی* ناخواسته شهرت بارزی یافت و چهارده سال پس از نامهٔ یادشده، در سال ۱۶۹۶ مسئولیتی در ضراب‌خانهٔ سلطنتی در لندن را پذیرفت و برای همیشه کمبریج را ترک کرد. کوهن و اسمیث متذکر می‌شوند که نیوتن در این نه سال هیچ اثر جدیدی منتشر نکرد، درحالی‌که دست‌نوشته‌هایی فراهم کرده بود، سال‌هایی که «به‌وضوح توأم با درگیری‌های پررنج و محنت بوده است» (Cohen and Smith 2001: 13).

هشت سال پس از ترک کمبریج و اشتغال فعال در ضراب‌خانه در لندن، نیوتن در دیباچهٔ کوتاهی که بر طبع نخست *نورشناسی* می‌نویسد، باز هم به‌نحوی، تداوم خصلت مناقشه‌گریزی خود را مطرح می‌کند: «به‌منظور اجتناب از درگیرشدن در مناقشات راجع به این موضوعات [دربارهٔ نور]، تاکنون چاپ این کتاب را به‌تأخیر انداخته‌ام، و اگر نبود اصرار دوستان که بر من فائق آمد، باز هم آن را به‌تأخیر می‌انداختم» (Newton 1704/ 1730: cxxi). چنان‌چه این دو خصلت بارز نیوتن را به‌طور جدی لحاظ کنیم و هم‌زمان توجه کنیم که شیوه یا روش تحقیق در ریاضیات هرگز «انجام آزمایش‌ها و مشاهدات»، «اخذ نتایج عام از آن‌ها به‌واسطهٔ استقرا»، و «عدم پذیرش هیچ اعتراضی علیه آن نتایج، مگر آن‌چه از آزمایش‌ها اخذ شده باشد» نبوده است، آن‌گاه پی‌می‌بریم که چرا نیوتن حرف‌هایی دربارهٔ روش تحقیق در ریاضیات می‌زند که هم شاذ و شاق و غریب به‌نظر می‌آید و هم با روش خود وی در پژوهش‌های ریاضیاتی‌اش کم‌ترین هم‌خوانی و شباهتی ندارد. اما دربارهٔ رویهٔ او در فلسفهٔ طبیعی چه می‌توان گفت؟ در این‌جا نکته‌سنجی برنارد کوهن قابل‌توجه است

که می‌گوید:«بررسی دقیق» شیوهٔ پژوهشی نیوتن نشان می‌دهد کـه «شـیوهٔ نیـوتن در فلسـفهٔ طبیعیِ آزمایشی درست برعکس شیوهٔ تحلیل و ترکیب است» بدان گونه کـه آن‌هـا سـنتاً در ریاضیات به‌کار رفته‌اند» (Cohen 1995: 129). این سخن بـه‌انضـمام آن‌چـه پـیش‌تـر دربـارهٔ روش پژوهش در ریاضیات گفته شد، روی‌هم‌رفته، این نتیجهٔ فراگیرتر را حاصل می‌کند کـه نه‌تنها نیوتن در ریاضیات به‌شیوهٔ اعلام‌شده عمل نکرده است، که در فلسفهٔ طبیعی هم چنـین عمل نکرده است.

مناسب است در این‌جا یکی از قواعد روش‌شناختی اعلام‌شده در همان دو فراز آخـرین پرسش ۳۱ را (اخذ نتایج عام از مشاهدات) از جهت سازگاری میان قول و فعـل بـه‌اجمـال[۴] بررسی کنیم. برنارد کوهن در مقدمهٔ مفصل خود بر *نورشناسی* متـذکر مـی‌شـود کـه نظریـهٔ ذره‌ای نور نیوتن سرعت نور در شیشه یا آب را سریع‌تر از سرعت نور در هـوا مـی‌دانسـت، درحالی‌که نظریهٔ موجی نورِ هویگنز، فیزیک‌دان هلندی معاصر نیوتن، سرعت نور در هـوا را بیش‌تر از سرعت نور در آبَ یا شیشه می‌دانست. اما «امکان آزمون آزمایشگاهی» هیچ‌یـک از این دعاوی تا گذشت بخشی از قرن نوزدهم وجود نداشت (Cohen 1979: xlv). ایـن سـخن یعنی نه‌تنها یکی از دعاوی مشاهدتی نظریهٔ نیـوتن توسـط آزمـایش و مشـاهدات کشـف و اثبات نشده بود، که اساساً امکان آزمایش و مشاهده در آن زمینه در آن زمان وجـود نداشـت. اما اگر این سخن باعث اعجاب و شگفتی است، خوب است بـه مشـاهدهٔ تیزبینانـهٔ تومـاس کوون، مورخ و فیلسوف علم‌شناس معاصر، دربارهٔ سه قانون حرکت و اصل گـرانش نیـوتن توجه کنیم. زبده‌ترین کاوش‌های علمی قرن هجدهم معطـوف بـه اسـتنتاج پـیش‌بینـی‌هـای عددی آزمون‌پذیر از سه قانون حرکت نیوتن و از اصل گرانش عمومی وی بود. از میان سـه قانون حرکت تنها قانون سوم، یعنی تساوی و تقابل عمل و عکس‌العمل، بود که می‌توانسـت مستقیماً با آزمایش بررسی شود و آن هم فقط در حالت‌های بسیار خاص. قانون دوم و اصل گرانش حدود یک قرن پس از انتشارشان امکان آزمون یافتند و «قانون اول نیوتن را نمی‌توان تا به امروز با نتایج اندازه‌گیری‌هـای آزمایشـگاهی مسـتقیماً مقایسـه کـرد» (ibid.: 189-190). باتوجه‌به این وضع، آشکار است که نیوتن دست‌کـم در مـوارد فـوق نتـایج عـام خـود را از مشاهدات اخذ نکرده است؛ زیرا اگر می‌کرد اولاً مشاهدات خـود را اعـلام مـی‌کـرد و ثانیـاً، همان سه قانون حرکت و اصل گرانش در همان زمانِ اعلام آزمایش می‌شـدند و دسـت‌کـم بخشی از مناقشات و مباحثات از سطح «نظری» به سطَح «مشاهدتی» فروکاسته می‌شد.

نیوتن در طبع سوم *نورشناسی* (۱۷۱۷) تغییراتی ایجاد می‌کنـد و آن افـزایش هشـت پرسش جدید به پرسش‌های طبع‌های اول و دوم است. گذشته از پرسـش ۱۷ کـه هـیچ

دلالت بارز روش‌شناختی‌ای ندارد، وی در تمام پرسش‌های دیگر آشکارا و گاه نـه‌چنـدان آشکارا دست به فرضیه‌سازی‌ای می‌زند که پیش‌تر به‌صورت و بیان‌های مختلف صـریحاً و علناً نامجاز اعلام کرده بود. او در پرسش ۱۸ فرضیه‌ها و فرضیه‌سازی‌های بسـیار نوآورانـه و راه‌گشایانهٔ خود را در هیئت پرسش‌هایی به‌وضوح اسـتفهامی ایـن‌چنـین سـایه‌روشـنانه استتار می‌کند:

> آیا حرارت اتاقی گرم از طریق خلائی به‌واسطهٔ ارتعاشات محیطی بسیار لطیف‌تر از هـوا انتقال نمی‌یابد، محیطی که پس از تخلیهٔ هوا از آن در خلأ باقی می‌ماند؟ آیا ایـن محـیط همان محیطی نیست که نور به‌واسطه‌اش شکسـته و بازتابیـده مـی‌شـود...؟ .... آیـا ایـن محیط فوق‌العاده رقیق‌تر و لطیف‌تر از هوا و فوق‌العاده کـش‌سـان‌تـر و فعـال‌تـر از هـوا نیست؟ آیا این محیط همهٔ اجسام را به‌سهولت در بر نمی‌گیرد؟ آیا با نیروی کش‌سـانش در تمام آسمان‌ها گسترده نیست؟ (Newton 1713/ 1726: 349).

نیوتن در پرسش ۱۹ به همان شیوه ادامه می‌دهد: «آیا شکسـت نـور از چگـالی مختلـف این محیط اتری در مکان‌های مختلف پدید نمی‌آید، بدین نحو که نور همواره از بخـش‌هـای چگال‌تر محیطی فرومی‌نشیند؟....» (ibid.).

او در پرسش ۲۰ ابعاد جدیدتری به فرضیهٔ ابداعی خود دربارهٔ پدیدار یا وجـودی بـه‌نـام محیط اتری می‌افزاید و آن را بیش‌تر تفصیل می‌دهد:

> آیا این محیط اتری در عبور از آب، شیشه، کریستال، و سایر اجسام صـلب و چگـال به فضاهای خالی به درجات چگال‌تر و چگال‌تر نمی‌شود، و بدین ترتیـب پرتوهـای نور را نه در یک نقطـه بلکـه بـا خمیـده‌کـردن تـدریجی آن‌هـا بـه خطـوط منحنـی نمی‌شکند؟ (ibid.: 350).

وی در پرسش ۲۱ کماکان به تفصیل فرضیهٔ خود و هـم‌زمـان افـزایش فرضـیاتی حـول محور فرضیهٔ نخستین خود ادامه می‌دهد:

> آیا این محیط درون اجسام چگال خورشید، ستاره‌ها، سیاره‌هـا، و سـتاره‌هـای دنبالـه‌دار بسیار رقیق‌تر از فضاهای خالی آسمان میان آن‌ها نیست؟ آیا این محیط در عبور از آن‌هـا به‌سمت فضاهای دورتر مستمراً چگال‌تـر نمـی‌شـود؟ درنتیجـه، آیـا سـبب گـرانش آن اجسام بزرگ به‌سوی یک‌دیگر و اجـزای آن‌هـا بـه‌سـوی خـود آن اجسـام نمـی‌شـود، به‌طوری‌که هر جسمی تلاش مـی‌کنـد از بخـش‌هـای چگـال‌تـر آن محـیط بـه‌سـمت بخش‌های رقیق‌تر برود؟ (ibid.).

درحالی‌که نیوتن در پرسش‌های ۱۸ و ۱۹ و ۲۰ دربارهٔ چیستی و نقش و چگونگی رفتار و تأثیر محیط اتری در عرصهٔ حرارت و به‌ویژه نور فرضیه‌سازی می‌کند، در این پرسش دست به فرضیه‌سازی بسیار کلان و فوق‌العاده جالبی در حوزهٔ گرانش می‌زند تا پدیدار گرانش را تبیین و علت آن را بیان کند. در این پرسش، نیوتن به طرح دو سؤال فوق اکتفا نمی‌کند و خود مفصلاً به پاسخ آن‌ها می‌پردازد.

او در پرسش‌های بعدی[۴] همان شیوهٔ طرح سؤالات و سپس بسط و تفصیل فرضیهٔ مطرح‌شده را پی می‌گیرد. در پرسش ۲۳ فرضیهٔ کلان خود دربارهٔ محیط اتری را به‌عرصهٔ چگونگی پدیدار دیدن و شنیدن و نقش این محیط بر رشته‌های مویین اعصاب چشم و گوش بسط می‌دهد. او در پرسش ۲۴، آخرین پرسش افزوده‌شده به طبع ۱۷۱۷ *نورشناسی*، نقش و تأثیر محیط اتری خود به عرصهٔ حرکات عضلانی بدن را از طریق تأثیر در رشتهٔ اعصاب بسیار نازک موجود در عضلات تبیین می‌کند.

پیش از هرچیز خوب است نخستین جملهٔ تابلووار *نورشناسی* را یادآور شویم: «هدف من در این کتاب تبیین خواص نور به‌مدد فرضیه نیست، بلکه طرح و اثبات آن خواص توسط استدلال و آزمایش است». سپس از خود سؤال کنیم: آیا نیوتن برای تبیین خواص نور در پرسش‌های فوق به آزمایش متوسل شده است؟ به‌علاوه، آیا وی در تبیین پدیدارهای مختلف نوری به چیزی جز فرضیات متوسل شده است؟ اگر به‌یاد داشته باشیم نیوتن در پرسش ۲۸ طبع ۱۷۰۶ *نورشناسی* از «وظیفهٔ اصلی فلسفهٔ طبیعی» سخن گفته بود که عبارت بود از این‌که «بدون ابداع فرضیه، استدلال خود را از پدیدارها آغاز کند، و علل را از آثار استنتاج کند». اینک بیندیشیم در کدام‌یک از پرسش‌های جدیدی که در طبع سوم کتاب مطرح می‌کند علل را از آثار استنتاج می‌کند و استدلال را از پدیدارها آغاز می‌کند. به‌عوض، وی مدام و به‌نحو بسیار خلاقانه‌ای برای تبیین هر پدیداری از فرضیات ابداع‌شدهٔ خود استفاده می‌کند.

آن‌جا که در پرسش ۲۱ از محیطی چگال به‌عنوان «سبب گرانش آن اجسام بزرگ به‌سوی یک‌دیگر و اجزای آن‌ها به‌سوی خود آن اجسام» سخن می‌گوید، آیا آشکار نیست که نه‌تنها مطلقاً هیچ آزمایشی در آن عصر امکان‌پذیر نبوده است، که حتی از شواهد مشاهدتی هم چیزی دراختیار نیوتن نبوده است؟ اگر او حتی در دیباچهٔ چند سطری خود بر *نورشناسی* (۱۷۱۷) صریحاً اعلام نکرده بود که «من گرانش را به‌منزلهٔ خاصهٔ جوهری اجسام تلقی نمی‌کنم؛ من پرسشی دربارهٔ علت آن اضافه کرده‌ام و مایل بودم آن علت را با طرح پرسشی مطرح کنم، زیرا به‌سبب فقدان آزمایش‌ها هنوز از آن راضی نیستم»

(Newton 1704/ 1730: cxxxiii)، آیا روشن نبود که باتوجه‌به سیل اعتراضات و انتقادات به وی بابت طرح کیفیات سحرآمیزِ غیرمکانیکی از قبیل جاذبهٔ متقابل، اگر کم‌ترین شواهدی از هر نوع دراختیار می‌داشت آن را قطعاً اعلام می‌کرد؟

۳. قول و فعل در اصول ریاضی

ناهم‌سازی میان قول و فعل منحصر به *نورشناسی* نیست. نیوتن تقریباً با همان شدت و تأکیدی که در کتاب راه‌گشای *نورشناختی* خود فرضیه و فرضیه‌سازی را منع و مذمت می‌کند در کتاب عظیم و بسیار راه‌گشای *اصول ریاضی فلسفهٔ طبیعی* نیز چنین می‌کند. طبع دوم این کتاب که ۲۶ سال پس از طبع نخست انتشار می‌یابد سه تغییر مهم به‌خود می‌بیند. مهم‌ترین و مشهورترین این تغییرات[۵] الحاق بخشی جداگانه به انتهای کتاب است موسوم به تحشیهٔ عمومی (general scholium). در بخش مفصلی از این تحشیهٔ عمومی نیوتن تأملات خداشناسانه و الهی خود را برای تبیین بسیاری از پدیدارهای «طبیعی» ارائه می‌کند و در پایان آن تأملات نتیجه می‌گیرد که «بنابراین، گفت‌وگو دربارهٔ خداوند برمبنای ظواهر کائنات یقیناً بخشی از فلسفهٔ طبیعی است» (Newton 1713/ 1726: 943). وی سپس به موضوع علت گرانش می‌پردازد:

> تا این‌جا، ما پدیدارهای آسمان و دریا را به‌واسطهٔ نیروی گرانش تبیین کردیم، اما هنوز علت این نیرو را مشخص نکرده‌ایم. امری یقینی است که این نیرو باید از علتی ناشی شود که به عمق مرکز خورشید و مراکز سیارات نفوذ می‌کند، بدون این‌که کم‌ترین کاهشی در نیرویش به‌وجود آید. نیز یقینی است که این نیرو نه مطابق مقدار سطوح ذراتی که بر آن کنش می‌کند، که مطابق مقدار مادهٔ صلبی که ذرات دارند عمل می‌کند، و قدرت خود را در تمام جهات تا فاصلهٔ بسیار دور انتشار می‌دهد، و همواره با عکس مجذور فاصله‌ها کاهش می‌یابد ... .
>
> تااین‌جا من هنوز نتوانسته‌ام علت خواص گرانش را از پدیدارها کشف کنم. من فرضیه جعل نمی‌کنم، زیرا هرچه را که از پدیدار استنتاج نشود باید فرضیه خواند؛ و فرضیه‌ها، خواه متافیزیکی و خواه فیزیکی، خواه دارای کیفیات سحرآمیز و خواه مکانیکی، هیچ جایگاهی در فلسفهٔ آزمایشگاهی ندارند. در فلسفهٔ آزمایشگاهی، قضایا از پدیدارها استنتاج می‌شوند و با استقرا کلی می‌شوند. نفوذناپذیری، تحرک‌پذیری، و نیروی جهشیِ (impulsive force) یا تلنگریِ اجسام و قوانین حرکت و قانون گرانش با این روش یافت شدند. برای ما کفایت می‌کند که گرانش واقعاً وجود دارد و مطابق

قوانینی که ارائه کردیم عمل می‌کند و برای تبیین تمام حرکات اجسام سماوی و حرکات دریای ما کفایت می‌کند (.ibid).

ملاحظه می‌شود که نیوتن در این فراز ماقبل آخر تحشیهٔ عمومی، هم‌سو و هم‌ساز با *نورشناسی* ۱۷۰۶، بر یکی از قواعد بسیار راه‌بردیِ کلان روش‌شناسی ابداعیِ خود تأکید می‌کند. مطابق این قاعده، فرضیات، اعم از این‌که فیزیکی، متافیزیکی، سحرآمیز، یا مکانیکی باشند، نباید هیچ جایگاهی در فلسفهٔ طبیعی داشته باشند. قاعدهٔ روش‌شناختی مربوط دیگر این است که هرآن‌چه از پدیدار استنتاج نشود باید فرضیه محسوب شود. در همین فراز ملاحظه می‌شود که نیوتن اذعان می‌کند که علت گرانش را نتوانسته از پدیدارها استنتاج کند و سپس عبارت «من فرضیه جعل نمی‌کنم» (hypotheses non fingo) را اضافه می‌کند، عبارتی که امروزه معروف‌ترین جملهٔ روش‌شناسانهٔ همهٔ آثار او است و به‌نحو بسیار گمراه‌کننده‌ای پرچم روش‌شناسی و معرفت‌شناسی او تلقی می‌شود. بااین‌وصف، نیوتن بلافاصله پس از آن اعلام بسیار مؤکد، در آخرین فراز تحشیه، به فرضیه‌سازی فوق‌العاده نوآورانه‌ای دربارهٔ علت گرانش دست می‌یازد:

اینک می‌توان مطالبی را دربارهٔ روحی بسیار لطیف که همهٔ اجسام را در بر گرفته و درون آن‌ها نهفته است اضافه کرد، روحی که به‌واسطهٔ نیرو و عملش ذرات اجسام یک‌دیگر را در فواصل بسیار کوچک جذب می‌کنند و به‌هم می‌پیوندند، هنگامی‌که پیوسته باشند. اجسام برقی به‌واسطهٔ نیرو و عمل این روح در فواصل دورتر عمل می‌کنند و ذرات (corpuscles) مجاور را دفع و جذب می‌کنند. به‌واسطهٔ این روح نور ساطع می‌شود، بازتاب و انکسار و گشت می‌یابد، اجسام حرارت می‌یابند، و جمیع حاسه‌ها تحریک می‌شوند؛ و دست و پا و بال حیوانات به امر اراده به‌حرکت درمی‌آیند؛ یعنی، به‌واسطهٔ ارتعاشات این روح در طول رشته‌های صلب اعصاب از اعضای خارجی حاسه‌ها به مغز و از مغز داخل عضلات انتشار می‌یابند. اما این‌ها اموری نیستند که بتوان در چند کلمه تبیین کرد (ibid.: 943-944).

اینک از خود سؤال کنیم:

- آیا نیوتن به‌راستی نفوذناپذیری اجسام، تحرک‌پذیری اجسام، نیروی جهشی اجسام، قوانین حرکت، و قانون گرانش را از پدیدارها استنتاج کرده و سپس با استقرا آن‌ها را تعمیم داده است؟
- آیا نیوتن آن «روح بسیار لطیف که همهٔ اجسام را در بر گرفته و درون آن‌ها نهفته است» را از پدیدارها استنتاج کرده و سپس آن را با استقرا تعمیم داده است؟

- آیا نیوتن دفع و جذب ذرات مجاور توسط اجسام برقی در فواصل دورتر را از پدیدار استنتاج کرده است که به‌واسطهٔ نیرو و عمل روحی بسیار لطیف صورت می‌گیرد؟
- آیا نیوتن این را که نور به‌واسطهٔ روحی بسیار لطیف بازتاب، انکسار، و گشت می‌یابد از پدیدار استنتاج کرده است؟
- آیا نیوتن این را که اجسام به‌واسطهٔ همان روح لطیف حرارت می‌یابند از پدیدارها استنتاج کرده است؟
- به‌حرکت‌درآمدن دست و پا و سایر جوارح حیوانات چه‌طور؟ نیوتن در ادامهٔ این آخرین فراز کتاب *اصول ریاضی* صریحاً اعلام می‌کند: «آزمایش‌های کافی وجود ندارد تا قوانین حاکم بر اعمال این روح را به‌طور دقیق تعیین و اثبات کند». آیا می‌توان تصور کرد که آزمایش‌های ناکافی واقعاً وجود داشته و بااین‌وصف، نیوتن آن‌ها را ذکر نکرده است؟

برنارد کوهِن نیز در همین زمینهٔ سازگاری قول و فعل سخن دلالت‌آمیزی دارد. به‌نظر وی، عبارت «من فرضیه جعل نمی‌کنم» نیوتن «درمورد ماهیت جاذبهٔ گرانشی به‌کار گرفته شد و هرگز اصل هدایت‌گر کاوش‌های نیوتن نبود» (Cohen 1979: xxii). من می‌خواهم سخن کوهِن را نقض و اضافه کنم که نیوتن حتی درمورد علت گرانش هم این مشهورترین و رکین‌ترین اصل روش‌شناختی خود را رعایت نکرد: همان‌طورکه ملاحظه کردیم، نیوتن در فراز ماقبل آخر تحشیهٔ عمومی متذکر می‌شود که هنوز نتوانسته است «علت خواص گرانش را از پدیدارها کشف کند»، اما بلافاصله در آخرین فراز روح بسیار لطیفی را فرض می‌کند که همهٔ جذب و دفع‌ها و ازجمله گرانش به‌واسطهٔ عمل و نیروی آن رخ می‌دهند. این سخن مایهٔ تعجب است، زیرا مگر تبیین گرانش «به‌واسطهٔ نیرو و عمل» آن روح چیزی جز اشاره و عطف به علت گرانش است؟ برای این‌که هیچ تذبذب یا ابهامی باقی نماند شایسته است اضافه کنم که مراد از افزودن ضمیمه‌ای موسوم به تحشیهٔ عمومی به طبع دوم این بود که برخی از مهم‌ترین انتقادات و اعتراضات، از قبیل آن‌چه لایب‌نیتس و بنتلی (Richard Bentley) مطرح کرده بودند، اساساً منتفی و بی‌اثر شود، ازجمله فرض‌کردن جوهری به‌منزلهٔ علت، و اِسناد آن به اجسام برای تبیین گرانش. بنابراین، نیوتن که ۳۵ سال پیش‌تر در نامه‌ای خطاب به بویل (Robert Boyle) در ۲۸ فوریهٔ ۱۶۷۸ (نامه‌ای که تا نیمهٔ قرن هجدهم انتشار نیافت) دربارهٔ «علت گرانش» فرضیه‌سازی‌هایی و تلاش می‌کند جاذبهٔ گرانشی را با عمل «اترِ» کاملاً فراگیرِ همهٔ اشیا تبیین کند (ibid.: xxviii-xxix)، اینک با جرح

و تعدیلی نه‌چندان مهم، این‌جا و آن‌جا، همان سیال اتری سابقاً مفروض را به‌منزلهٔ علت پدیدار گرانش مطرح می‌کند، اما با این تفاوت بزرگ که هیچ نامی از «علت» گرانش نمی‌برد. با کمال تعجب، کوهِن مطلقاً هیچ تبیینی از این رفتار جدید آمیخته به احتیاطِ بسیار نیوتن نمی‌دهد. ارائهٔ تبیین که سهل است، سؤال هم نمی‌کند که چرا نیوتن با همهٔ شهرت و اعتباری که باوجود همهٔ انتقادات و اعتراضات از انتشار *اصول ریاضی* یافته است، به‌جای شجاعت بیش‌تر در بیان هرچه آزادانه‌تر و صریح‌تر آرای خود، بدین اندازه محتاط‌تر و ملفوف‌تر و لب‌فروبسته‌تر شده است.

علاوه‌براین، راجر کوتس (Roger Coates)، یکی از شاگردان و تابعان نزدیک نیوتن و گردآورندهٔ طبع دوم *اصول ریاضی*، در نامهٔ معروفی که در آستانهٔ انتشار طبع دوم در فوریه ۱۷۱۲ به نیوتن می‌نویسد، توجه وی را به حملهٔ لایب‌نیتس به وی جلب و توصیه می‌کند آن را بدون جواب نگذارد. راجر کوتس در همین نامه خاطرنشان می‌کند که جاذبهٔ نیوتنی دلالت بر اسناد «نیروهای جاذبی» به اجسام دارد، و این‌که نیوتن به‌طور ضمنی آن «فرضیه» را می‌سازد (Koyre 1965: 273). راجر کوتس در نامهٔ خود صریحاً متذکر می‌شود که «مادامی‌که این اعتراض مرتفع نشده است من مبادرت به پاسخ‌گویی به هیچ‌کس نخواهم کرد که اظهار می‌کند شما فرضیه جعل می‌کنید. به‌نظرم می‌آید که شما تلویحاً فرض می‌کنید نیروی جاذبه در جسم مرکزی نهفته است» (ibid.: 274). افزون‌براین، الکساندر کوایره (Alexander Koyre)، به‌منزلهٔ یکی از پیش‌گامان تحقیقات نیوتنی، در زمینهٔ به‌کارگیری فرضیات در شیوهٔ عملی نیوتن بدین نتیجه‌گیری می‌رسد که اگرچه نیوتن به ما می‌گوید فرضیات مابعدالطبیعی «هیچ جایگاهی در فلسفهٔ آزمایشگاهی ندارند»، اما به‌نظر می‌رسد که «اعتقادات مابعدالطبیعی نقش مهمی در فلسفهٔ سر آیزاک نیوتن ایفا می‌کنند، یا دست کم ایفا کرده‌اند (ibid.: 113).

ابداع بسیار وسیع فرضیات و به‌کارگیری فراوان آن‌ها توسط نیوتن در کاوش‌هایش تنها زمینه‌ای نیست که نیوتن برخلاف اقوال روش‌شناختی خود عمل می‌کند. نیوتن در برخی زمینه‌ها به یک معنا فرضیه‌سازی نمی‌کند، اما به‌شیوه‌ای عمل می‌کند که برخلاف قواعد روش‌شناختی خود غیرتجربی است و بر شواهد آزمایشگاهی یا مشاهدتی اتکا ندارد. دِیل جکت در مقاله‌ای متذکر می‌شود:

> اعتماد نیوتن به فرافکنی آرمانی‌سازی‌های (idealization) غیرتجربی چنان مستحکم است که وی در بخش "نظام جهان" [از کتاب *اصول ریاضی*] اظهار می‌کند

"سیارات عمده با شعاع‌های خود به زمین مساحاتی را طی می‌کنند که هیچ تناسبی با زمان‌های طی‌شده ندارد؛ اما مساحاتی که با شعاع‌های کشیده‌شده به خورشید طی می‌کنند متناسب با زمان‌های طی‌شدن آن‌هاست ...". وی چنین تبیین می‌کند: "زیرا آن‌ها از زمین بعضاً مستقیم، بعضاً ساکن، و بعضاً رجعی (retrograde) به‌نظر می‌آیند، اما از خورشید همواره مستقیم دیده می‌شوند؛ و دیده می‌شوند که تقریباً یک‌نواخت حرکت می‌کنند، یعنی کمی سریع‌تر در فاصلهٔ حضیض و کمی آهسته‌تر در فاصلهٔ اوج، به‌طوری‌که تساوی در طی‌کردن مساحات حفظ می‌شود" (Jacquette 1990: 665-666).

هنگامی‌که نیوتن از مساحات طی‌شدهٔ سیارات بدان‌گونه‌که «از خورشید» مشاهده می‌شود صحبت می‌کند، واضح است که چنین مشاهده‌ای نه آن روز امکان‌پذیر بوده است و نه حتی امروز. جکت نهایتاً بدین نتیجهٔ فراگیر می‌رسد که نیوتن از گالیله، دکارت، و دیگران اندیشهٔ قانون طبیعی را به‌منزلهٔ نظمی جهان‌شمول که به‌طور یک‌نواخت به سرتاسر جهان قابل‌اطلاق است فرامی‌گیرد، اندیشه‌ای که شامل «عطف به اشیا و اوضاع آرمانی‌شدهٔ ناموجود» می‌شود (ibid.: 666).[۶]

۴. نتیجه‌گیری

نخست، باتوجه‌به سیر اخذ و اعلام مواضع روش‌شناختی نیوتن و نیز زمینهٔ تاریخی‌اجتماعی این مواضع ازطرفی و غور در اعمال علم‌ورزی نیوتن ازطرف‌دیگر آشکار می‌شود که نه‌تنها میان اقوال و افعال روش‌شناختی نیوتن سازگاری وجود ندارد که در مواقع و مواضع متعددی می‌توان تعارضات روشنی را مشاهده کرد. می‌توان استنتاج کرد که دست‌کم یکی از عوامل مؤثر و مهم دشواری بازیابی و بازشناسی روش علمی نیوتن وجود این تعارضات است.

دومین نتیجهٔ مقاله این است که اظهارات روش‌شناختی نیوتن در سیر تاریخی آثارش تحولات قابل‌توجهی به‌خود می‌بینند. در نخستین آثار، توجه صریح و آشکاری به اظهار قواعد روش‌شناختی نمی‌کند، درحالی‌که در طبع‌های مختلف آثار طبیعت‌شناختی در بازهٔ حدوداً پنجاه‌ساله، از نخستین آن‌ها در سال ۱۶۷۲ تا آخرین آن‌ها در سال ۱۷۲۶، صراحتاً و همواره به جرح و تعدیل قواعد روش‌شناختی مرسوم و وضع قواعد جدید می‌پردازد. این درحالی است که وی تقریباً هیچ تغییری در مواضع و آرای طبیعت‌شناختی‌اش در این

بازهٔ طولانی نمی‌دهد. نتیجهٔ دیگر این است که این جرح و تعدیل و وضع قواعد «بازی علم»، همان قواعد روش‌شناختی، نتیجهٔ مستقیم انتقادات و اعتراضات به آثار طبیعی اوست. نیوتن به‌جای پاسخ مستقیم به منتقدان و معترضان به‌نحوی قواعد بازی علم را تعدیل و تعویض می‌کند که بیش‌ترین میزان وجاهت و مقبولیت را برای آرا و انظار طبیعی خود فراهم کند.

شاید ذکر این نکته لازم باشد که هیچ‌یک از اهداف مقاله ابداً بازشناسی و بازسازی انتقادات و اعتراضات در بازهٔ چند دهه در آثار معاصران نیوتن نبوده است. بازیابی و بازسازی انتقادات به *اصول ریاضی* نیوتن مطمئناً طرح پژوهشی بسیار گسترده و پرمشقتی را طلب می‌کند که گمان نمی‌کنم هیچ علم‌شناس مورخی مقتضی بداند یکی دو دهه از عمر پژوهشی خود را صرف آن کند، کمااین‌که تا به امروز، تاآن‌جاکه من اطلاع دارم، هیچ علم‌شناسی تن به این کار عمرسوز و البته کم یا بی‌فایده نداده است.

بااین‌وصف، کلیات آن انتقادات در زبان برخی از فحول ذکر شده و راجر کوتس، دستیار و جانشین باوفای نیوتن، در برخی مکاتبات خود با نیوتن آن‌ها را به‌صورت جمع‌بندی‌شده اظهار کرده است، اظهاراتی که در این حد اجمالی و کلی در مقاله ذکر شده است. قابل‌تصور است که نیوتن در موارد معدودی به انتقادات در عرصهٔ طبیعی پاسخ‌هایی داده باشد، از قبیل آزمایش سطل نیوتن؛ اما یکی از اهداف اصلی مقاله این بوده است که راه‌برد اصلی نیوتن درقبال هجوم انتقادات و اعتراضات به آثار دوران‌سازش را مستشهداً ارائه کند.

پی‌نوشت‌ها

۱. منظور از «شیوهٔ ریاضی» این است که در اندیشه‌ورزی‌های حوزهٔ نور در کتاب *سخنرانی‌های نوری* نیوتن از شیوهٔ مرسوم استدلال و استنتاج در ریاضی بهره برده و هیچ‌گاه به آزمایش و مشاهدات متوسل نشده است.

۲. همان اصول ذکرشدهٔ گرانش، تخمیر، و پیوستگی اجسام.

۳. این مهم به‌تفصیل در مقالهٔ «روش علمی نیوتن در علم‌الابصار» آمده است.

۴. برای اطلاع از این پرسش‌ها، بنگرید به زیباکلام ۱۳۸۶ ب.

۵. برای تفصیل تغییرات مهم دیگر، بنگرید به زیباکلام ۱۳۸۶ الف.

۶. برای بحث مبسوط‌تر این اندیشه، بنگرید به Jacquette 1990.

کتاب‌نامه

زیباکلام، سعید (۱۳۸۶ الف)، «روش علمی نیوتن در کتاب اصول»، *فلسفه*، س ۳۵، ش ۴.

زیباکلام، سعید (۱۳۸۶ ب)، «روش علمی نیوتن در علم الابصار»، فصل‌نامهٔ *پژوهش‌های فلسفی ــ کلامی*، س ۹، ش ۲.

Cohen, Bernard I. (1979), "Preface" to: *Opticks or A Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections and Colours of Light*, New York: Dover Publications.

Cohen, Bernard I. (1995), "Newton's Method and Newton's Style", in: *Newton*, Bernard Cohen, I. and Richard S. Westfall (eds.), *Newton*: *Texts, Background, and Commentaries*, New York: W. W. Norton and Company.

Cohen, Bernard I. and G. E Smith (2002), "Introduction" to: *The Cambridge Companion to Newton*, Bernard Cohen, I. and G. E. Smith (eds.), *The Cambridge Companion to Newton*, Cambridge: Cambridge University Press.

Cohen, Bernard I. and G. E Smith (eds.) (2002), *The Cambridge Companion to Newton*, Cambridge: Cambridge University Press.

Cohen, Bernard I. and R. S. Westfall (eds.) (1995), *Newton*: *Texts, Background, and Commentaries*, New York: W. W. Norton and Company.

Hall, A. R. (1983), *The Revolution in Science: 1500-1750*, London: Longman.

Jacquette, D. (1990), "Aesthetics and Natural Law in Newton's Methodology", Journal of *The History of Ideas*, vol. 51, no. 4.

Koyre, A. (1965/1968), *Newtonian Studies*, Chicago: The University of Chicago Press.

Kuhn, T. S. (1977), "The Function of Measurement in Modern Physical Science", in: *The Essential Tension*, Chicago: The University of Chicago Press.

Newton, I. (1704/ 1730), *Opticks*, New York: Dover.

Newton, I. (1713/ 1726), *The Principia: Mathematical Principles of Natural Philosophy*, trans. I. Bernard Cohen and A. Whitman, Berkeley: University of Berkeley Press.

Thayer, H. S. (1953/ 1974), *Newton's Philosophy of Nature: Selections from His Writings*, New York: Hafner Press.